

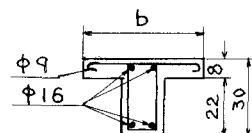
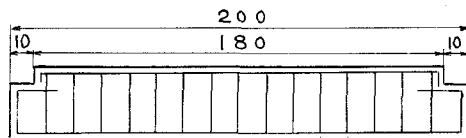
早稲田大学 正員 神山 一
 〃 学生員 〇松島 博

まえがき

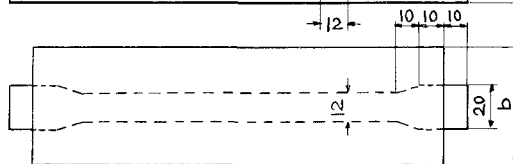
本研究はRC部材の捩りせん断強度に対する断面形状の影響を明らかにすることを目的としたものである。これがため、T形断面のRC部材に於て、ウェブ部分の断面形状と鉄筋比を一定とし、フランジ幅のみを変化させたものに純捩りを加えた場合の捩りせん断強度を検討した。尚、比較のために、長方形断面の無筋部材およびRC部材についても同様の検討を行った。

実験概要

- (1) 試験体の形状、寸法および鉄筋の配置は右の通りである。(単位: cm)



- 無筋-(E), RC-(A)~(D)の5シリーズとし各シリーズ3本宛製作した。



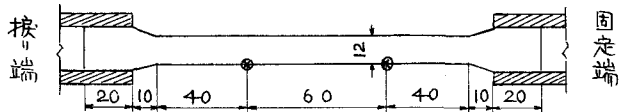
試験体記号	b (cm)
A	48
B	36
C	24
D E	12

- (2) コンクリートの配合、強度およびヤング係数は次表の通りである。

粗骨材 最大寸法 (mm)	スラップ の範囲 (cm)	空気量の 率 (%)	水セメント比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m³)			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	75±1	1	49	44	184	376	788	1017

	σ_t	σ_c	σ_b	$E \times 10^5$
A	32.8	42.3	58.1	3.95
B	33.0	44.6	55.6	2.85
C	30.1	33.9	43.3	2.74
D	32.3	35.9	44.7	2.61
E	33.0	42.0	51.5	3.28

- (3) 載荷は次の要領により、捩りモーメントを加えた。



(単位: cm) (単位: kg/cm²)

回転角はミラー(⊗印位置)を用いて、又鉄筋のひずみはストレインゲージにより測定し、更にひびわれを観察した。

- (4) 実験値の概要は右の表に示す通りである。

	捩りモーメント (t-m)				回転角 ($\times 10^{-5} \text{ rad}$)		せん断応力 (kg/cm^2)		M_u		
	M_c	M_u	M_c	M_u	θ_c	θ_u	τ_c	τ_u	M_u/M_c	θ_u/θ_c	τ_u/τ_c
A	0.95	1.37	1.10	1.24	4.2	19.7	43.0	49.8	1.16	4.68	1.16
B	0.90	1.32	1.00	1.14	5.1	22.0	46.1	51.3	1.11	4.31	1.11
C	0.63	1.05	0.95	1.09	5.8	31.3	37.1	56.0	1.51	5.40	1.51
D	0.58	1.00	0.86	1.00	6.6	37.5	40.3	59.7	1.48	5.68	1.48
E	0.55	—	0.55	—	3.6	3.6	38.2	38.2	1.00	1.00	1.00

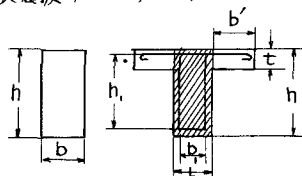
(C: ひびわれ発生, u: 破壊)

ひびわれ強度および破壊強度

- (1) 無筋コンクリート部材に於ては、ひびわれ発生捩りモーメントと破壊捩りモーメントの値はほぼ等しいが、これらの値は最大主引張応力説によって次のように計算することが出来る。

$$\text{長方形断面: } M_c = M_u = \frac{b^3 h}{3} \sigma_t \quad (1)$$

$$\text{T形断面: } M_c = M_u = \frac{\sum b^3 h}{3} \sigma_t = \frac{b^3 h}{3} \sigma_t + \frac{t^3 (2b')}{3} \sigma_t \quad (2)$$



- (2) RC部材に於ては、 M_{ul} (捩り鉄筋の配置された腹部が負た人する捩り破壊モーメント)はCowan

のひずみエネルギー説によつて求め、 M_{u2} (フランジ突出部分の負たんする分)は無筋の場合と同じであるとして、

$$M_u = M_{u1} + M_{u2} = \frac{2b_f h_s \sigma_{sy}}{S} + \frac{t^2 (2b)}{3} \sigma_c \quad (3)$$

式(1), (3)によつて
 実験値と計算値とを比較するは次表の通りである。

(M の単位: t-m)

式 (1)				式 (3)							
E	test	calc.	test/calc.		M _u	M _{u1}			M _{u2}		
	0.55	0.48	1.15			test	calc.	test/calc.	test	calc.	test/calc.
						—	—	—	—	—	—
						—	—	—	—	—	—
						—	—	—	—	—	—
A	1.10	0.86	—	—	0.24	0.25	0.96				
B	1.00	—	—	—	0.14	0.17	0.82				
C	0.95	—	—	—	0.09	0.08	1.13				
D	0.86	—	0.75	1.15	—	—	—				

(3) フランジ突出幅(2b)とM_c, M_uとの関係

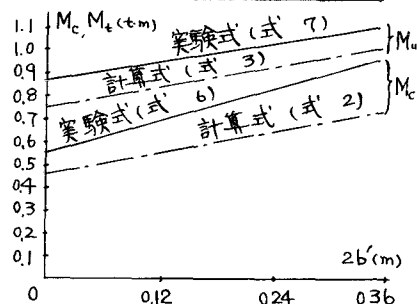
本実験の試験体について考えると、無筋部材の計算式は

式(1), (2)より $M_c = M_u = 0.475 + 0.685 \times (2b)$ — (4)

RC部材の計算式は、M_cは無筋部材のものと同一であるとして式(4)で、M_uは式(3)から $M_u = 0.747 + 0.685 \times (2b)$ — (5)

RC部材の実験式は $M_c = 0.552 + 1.169 \times (2b)$ — (6)

$M_u = 0.862 + 0.642 \times (2b)$ — (7)



式(4)~(7)をグラフで示し、更に実験値と計算値と比較するは右の通りである。これより、式(1)~(3)はM_cおよびM_uを求める式として使用し得る。

2b(m)	test	calc.	test/calc.
0	0.58	0.48	1.21
0.12	0.63	0.56	1.13
0.24	0.90	0.64	1.41
0.36	0.97	0.72	1.35
平均			1.27

2b(m)	test	calc.	test/calc.
0	0.86	0.75	1.14
0.12	0.95	0.83	1.14
0.24	1.00	0.91	1.10
0.36	1.10	0.99	1.11
平均			1.12

回転角および捩り剛度

(1) ひびわれ発生前の捩り剛度(K₁)

無筋部材は少しの捩り変形で破壊し脆い挙動を示すので、見かけ上(E)は(D)より剛度が大である。又フランジ幅が大なるに従つて変形を拘束する度合が大となり、剛度は大となる。

(2) ひびわれ発生後の捩り剛度(K₂)

極端に低下するが、低下率は $K_2/K_1 = 0.021 p_t$

(p_t: 総鉄筋比)で示される。又、フランジ幅の剛度に対する影響は認められぬが、これはひびわれ発生後は主にスターループで囲まれた部分が捩りに抵抗するためであると思はれる。

		M _t (t-m)	θ (× 10 ⁻³ rad/cm)	K (× 10 ⁸)	K ₂ /K ₁
A	ひびわれ前	0 - 0.95	0 - 4.2	1 22.54	0.043
	後	0.95 - 1.10	4.2 - 19.7	2 0.97	
B	ひびわれ前	0 - 0.90	0 - 5.1	1 17.63	0.034
	後	0.90 - 1.00	5.1 - 22.0	2 0.59	
C	ひびわれ前	0 - 0.63	0 - 5.8	1 10.79	0.163
	後	0.63 - 0.95	5.8 - 31.3	2 1.23	
D	ひびわれ前	0 - 0.58	0 - 6.6	1 8.82	0.086
	後	0.58 - 0.85	6.6 - 37.5	2 0.76	
E	ひびわれ前	0 - 0.55	0 - 3.6	1 14.44	—
	後	—	—	2 —	

許容応力度

応力と変形の両面から安全率を考へる。今、応力度に

	ひびわれ発生		破壊		安全率 3.5 のとき		安全率 4.0 のとき	
	σ _c	σ _c	σ _u	σ _u	σ _c /3.5	σ _c /4.0	σ _c /3.5	σ _c /4.0
A	43.0	4.2	49.8	19.7	14.2	1.4	3.0	14.1
B	46.1	5.1	51.3	22.0	14.7	1.6	3.2	13.8
C	37.1	5.8	56.0	31.3	16.0	2.5	2.3	12.6
D	40.3	6.6	59.7	37.5	17.1	2.8	2.4	13.3
E	38.2	3.6	38.2	3.6	10.9	1.0	3.6	3.6

(単位: σ kg/cm², θ × 10⁻³ rad/cm)

に対する安全率を3.5と4.0にしたときの変形に対する余裕は上表の通りである。これによれば、安全率を4.0にとったとき、回転角はひびわれ発生回転角に対して約3.0の安全率と確保し得るから、安全率4.0は応力と変形の両面から適当であり、本実験の範囲内で許容せん断応力度は14 kg/cm²である。